



Forschungsvorhaben der LWG
Abteilung Gartenbau

Abschlussbericht zum 31.12.2014

Forschungsvorhaben	<i>Verbesserung des Meerrettichanbaus – Standortsicherung der Meerrettichproduktion in Bayern (A/09/07)</i>
Kapitel TG	08 03 TG 53
Berichtszeitraum	01.01.2012 – 31.12.2014
Projektleiter	LD Josef Hofbauer
Bearbeiter	LA Carola Nitsch
Laufzeit	01.01.2012 – 31.12.2014

1. Zielsetzung

1.1. Grobziele

- Erhaltung eines konkurrenzfähigen Anbaus in der Region
- Etablierung ertragreicher, ertragssicherer und qualitativ hochwertiger Sorten und Herkünfte
- Stabilisierung der Bestandsgesundheit im bayerischen Meerrettichanbau
- Verknüpfung von Praxis und Forschung für die Region

1.2. Feinziele

- Sorten- und Herkunftsselektion (Qualität, Gesundheit, Anbaueignung)
- Testung der Inhaltsstoffe
- Erhaltungsvermehrung der Selektionen
- Massenvermehrung genetisch eindeutig identifizierter Hochleistungsklone
- Identifikation der wichtigsten Schadverursacher
- Vermeidung und Bekämpfung von *Verticillium* sowie der Meerrettichschwärze

2. Ergebnisse

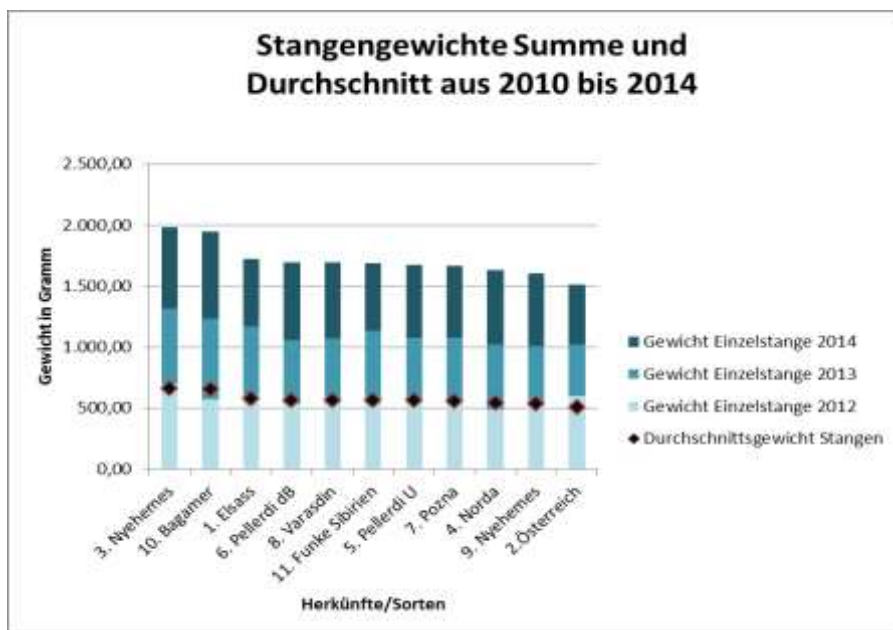
2.1 Vergleichsanbau von 11 verschiedenen Meerrettichherkünften im Praxisbetrieb Schmidt, Biengarten.

Die 11 unterschiedlichen Herkünfte haben sich an die klimatischen und standortspezifischen Bedingungen im mittelfränkischen Anbaugebiet sehr gut angepasst.

Keine der Herkünfte hat sich durch besondere Krankheitsresistenz oder im Gegenzug auffällige Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlinge hervorgehoben.

Die Erträge von jeweils 50 Stangen und dem zugehörigen Bizzi wurden über die Jahre 2012, 2013, 2014 kontinuierlich gesammelt und ausgewertet. Im Jahr 2014 wurden im zusätzlichen Vergleich noch die 3 ursprünglich im Betrieb Schmidt befindlichen Haupt“sorten“ ebenso mit 50 Pflanzen beerntet und mit ausgewertet.

Für den Verkauf an die Händler ist der Stangenertrag als A-Ware am besten bezahlt, daher ist der direkte Vergleich dieser Versuchsdaten für den Anbauer sehr aussagekräftig.



Von den 11 verschiedenen Herkünften heben sich 3. Nyeheemes und 10. Bagamer mit knapp 700 g schweren Stangen als besonders interessant hervor. Aber auch die übrigen Herkünfte liegen bei 500 g bis 600 g Stangengewicht.

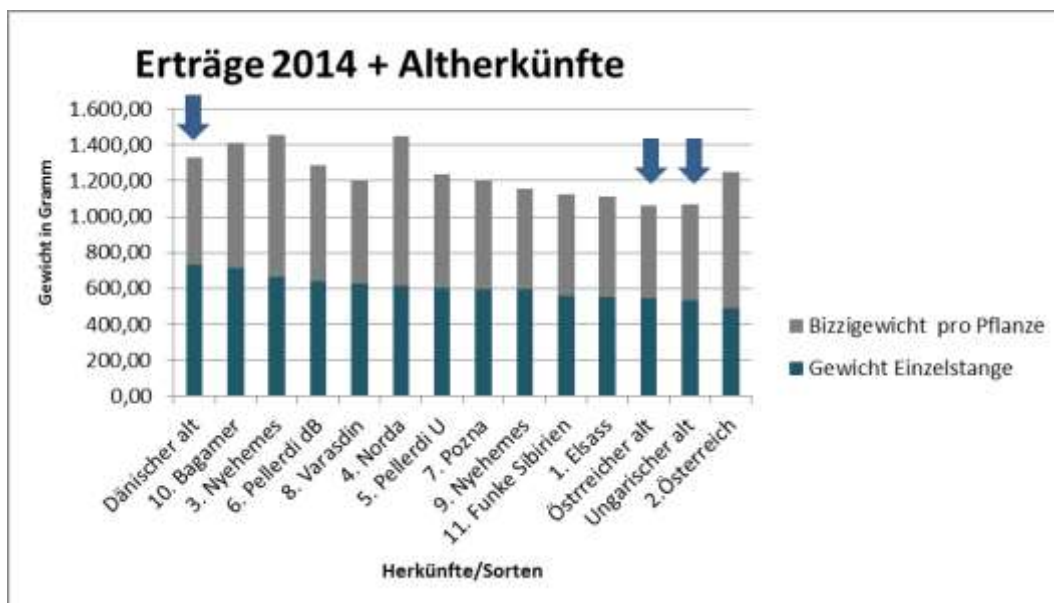
Bei den parallel erfolgten Schärfegradermittlungen an der Universität Erlangen, Lehrstuhl für pharmazeutische Biologie hat sich keine eindeutige „schärfste“ Herkunft nachweisen lassen. Der Gehalt und auch die Enzymtätigkeit schwankt sowohl in den Jahren, als auch in den unterschiedlichen Wurzelteilen (Stange, Bizzi) sehr, ohne dass eine Herkunftszuordnung erkennbar wäre. Der Einfluss von Witterung und Bodenverhältnissen scheint stärker zu sein als eine genetische Prädisposition der Herkünfte. Somit sind das Gewicht und die Verarbeitungseigenschaften (Fasrigkeit, Trockensubstanzgehalt, etc.) die weiterhin relevanten Beurteilungskriterien für die Auswahl einer Meerrettichsorte/herkunft.

Um den Anbauern eine weitere Entscheidungshilfe für die Auswahl zu bieten, hat sich der Landwirt dazu bereit erklärt, seine eigenen, bereits langjährig im Anbau befindlichen Herkünfte mit in eine Ertragsermittlung einzubeziehen.

Diese drei Herkünfte, Dänischer, Österreicher und Ungarischer sind allgemein im Gebiet sehr verbreitet und bekannt.

Der Dänische ist im Anbau sehr unkompliziert und hat von allen Herkünften das höchste Stangengewicht. Die Verarbeiter können den Dänischen aber nur bis zu einem gewissen Anteil am Gesamten verarbeiten, weil die Konsistenz sehr weich sei und die Schärfe in der Konserve recht schnell nachlässt.

Hilfreich wäre nun eine neue Herkunft, die ähnliche Hektarerträge erzielen kann, aber die Stabilität in der Verarbeitung mitbringt. Daher war ein Vergleich der Erträge aus den neuen Herkünften mit den bislang üblichen Altherkünften nötig.



Bei diesen einjährigen Erträgen zeigt sich, dass der Dänische immer noch die schwerste Stangenware liefert, aber die neuen Herkünfte Bagamer und Nyeheemes kaum nachstehen. Sollte sich nun zeigen, dass die Struktur und der Schärfeabbau dieser beiden Herkünfte sich besser darstellt, wären Bagamer und Nyeheemes in die Anbauempfehlung mit aufzunehmen. Die beiden anderen im Praxisbetrieb angebauten Herkünfte Östreicher und Ungarischer fallen im Stangengewicht sehr ab.

2.2 Quantifizierung der Schärfebestimmenden Komponenten von 11 Meerrettich-Klonpflanzen und Arbeiten zur Detektion und Eliminierung von Pflanzenviren in Meerrettich

Die höchste Myrosinase-Aktivität wurde mit 26,49 U/mg TG bei den Varasdin Stangen gemessen und liegt damit um mehr als das Doppelte höher als bei der Probe mit der zweithöchsten Aktivität (Bagamer Stangen) mit 11,92 U/mg TG. Funke Sibirien Stangen zeigte mit 0,90 U/mg TG den niedrigsten Wert. Weiterhin wurde der Gesamtproteingehalt in den Rohextrakten bestimmt und die Aktivität auf 1 mg Gesamtprotein bezogen (spezifische Aktivität).

Die beiden wichtigsten Schärfe bestimmenden Komponenten in Meerrettichwurzeln stellen der Gehalt an Sinigrin und die Aktivität der Myrosinasen dar. Sinigrin ist mit ca. 80 % des Gesamtglucosinolatgehalts das in der höchsten Konzentration vertretene Glucosinolat in Meerrettichwurzeln. Das davon abgeleitete Hydrolyseprodukt Allylisoithiocyanat ist für das charakteristische scharfe Aroma des Meerrettichs ausschlaggebend, welches durch die Aktivität der Myrosinase gebildet wird. Gegenwärtig gibt es in der Literatur nur über ein einziges Myrosinase-Gen in

Meerrettichpflanzen Angaben, jedoch kommen in *Brassicaceae* typischerweise verschiedener Myrosinase-Isoenzyme in einer einzigen Art vor. Im Rahmen des Projektes ist es jedoch gelungen, eine weitere Myrosinase in Meerrettichpflanzen zu identifizieren (nicht publiziert). Zwar schmeckt Sinigrin selbst lediglich bitter, eine höhere Konzentration in den Wurzeln kann jedoch zu einer erhöhten Freisetzung an Allylisoithiocyanat führen. Endprodukte wie Meerrettich-Cremes sollten dann höhere Schärfe und Lagerbarkeit aufweisen. Die Lagerbarkeit von unverarbeiteten Wurzeln ist jedoch zusätzlich von der Aktivität der Myrosinase abhängig. Ist keine oder nur eine sehr geringe Aktivität vorhanden, kann das Sinigrin nicht mehr in ausreichenden Mengen zu Allylisoithiocyanat hydrolysiert werden. Somit wirkt sich eine hohe Anfangsaktivität der Myrosinase in den Wurzeln positiv aus. Bei den Ergebnissen der Sinigrinbestimmung zeigt sich ein deutlicher Trend zu höheren Konzentrationen in Stangen im Vergleich zu Bizzi-Material. Besonders hohe Sinigrin-Konzentrationen wiesen die Stangen von 4 Nyeheimes und 8 Varasdin auf.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Proben 4 Nyeheimes und 8 Varasdin vom Standpunkt der Schärfe bestimmenden Faktoren aus am vielversprechendsten erscheinen. Vorsicht ist jedoch bei der Interpretation der Ergebnisse geboten, da Glukosinolatgehalt und Myrosinase-Aktivität nicht ausschließlich durch genetische Faktoren beeinflusst werden müssen. Vorstellbar sind etwa Einflüsse durch Pathogenbefall oder Verletzungen einzelner Proben. Auch konnten die besonders hohen Werte lediglich bei bestimmten Umweltbedingungen wie z.B. Wettereinfluss oder Boden auftreten.

Virusuntersuchungen der verschiedenen, auf dem Feld gesammelten Proben wurden mittels PCR durchgeführt. Eine sichtbare Bande mit einer Größe von 341 Nukleotiden bedeutet einen positiven Nachweis einer Polyvirus-Infektion. Durch stichprobenartige Sequenzierung einzelner DNA-Banden, sowie durch den Abgleich mit den Ergebnissen des Julius-Kühn-Instituts konnte festgestellt werden, dass es sich dabei um TuMV-Viren handelt.

Neben Blattmaterial wurden auch Proben von Meerrettichwurzeln positiv auf Virusbefall getestet, aus denen in Folge Adventivsprosse gewonnen wurden. Aus diesem Material wurden mittels Meristem-Präparation neue Jungpflanzen regeneriert.

Die PCR-Methode ist aufgrund ihrer Sensitivität geeignet, um mittels Meristemkultur regenerierte Pflanzen zu testen, jedoch ist eine parallele Kontrolle mittels ELISA empfehlenswert. Der Vorteil der PCR-Methode liegt dabei in dem Amplifikationseffekt, so dass theoretisch selbst wenigste Nukleotid-Moleküle ausreichend sind, um ein positives Signal zu bekommen. Je älter das Blattmaterial ist, desto stärker scheint die Durchseuchung mit Virenpartikel zu sein, so dass die regenerierten Pflanzen in einem möglichst fortgeschrittenem Wachstumsstadium analysiert werden sollten.

2.3. Untersuchungen zu wichtigen Krankheiten und Schädlingen an Meerrettich

Bereits im Jahr 2011 wurde im Rahmen der ersten Phase des Projektes "Verbesserung des Meerrettichanbaus - Standortsicherung der Meerrettichproduktion in Bayern" damit begonnen, die im Anbauggebiet in Mittelfranken vorkommenden Krankheiten und Schädlinge zu erfassen.

Auch zahlreiche Schäden, die nicht auf Schaderreger zurückzuführen sind, wurden ermittelt. Die Ursachen lagen zum Teil im Bereich der Pflanzenernährung, zum Teil waren Kulturbedingungen beziehungsweise Witterungseinflüsse für Veränderungen am Meerrettich verantwortlich. Für eine fundierte Aussage zur Bedeutung der einzelnen Schädlinge ist eine längerfristige Beobachtung notwendig. Daher wurde das Schädlingsscreening in den Jahren 2012 bis 2014 fortgesetzt. Die Broschüre wird derzeit von einem Grafikdesigner bearbeitet und soll anschließend gedruckt werden. Auf der Abschlussveranstaltung der zweiten Projektphase am 21.05.2015 in Baiersdorf soll die Handreichung den Projektbeteiligten vorgestellt werden. Die Verteilung an die Anbauer erfolgt danach voraussichtlich über den Erzeugerverband Frankenmeerrettich e.V..

Bei den Besuchen im Anbaugebiet in den Jahren 2012-2014 konnten die Erfahrungen aus dem Jahr 2011 bestätigt werden, dass der Weiße Rost und das Turnip Mosaic Virus beim Anbau von Meerrettich in jedem Jahr beinahe flächendeckend vorkommen. Abhängig von den Witterungsbedingungen kann der Befall mit beiden Erregern in den einzelnen Jahren allerdings variieren.

Folgende Krankheiten, Schädlinge und abiotische Schäden wurden anhand der Erfahrungen aus den Jahren 2011 bis 2014 in die Handreichung aufgenommen:

- Weißer Rost (*Albugo candida*)
- Blattfleckenpilze (*Alternaria* sp., *Cercospora* sp. *Colletotrichum* sp.)
- Wasserrüben Mosaikvirus (Turnip Mosaic Virus)
- Meerrettich-Blattfloh (*Phyllotreta armoracia*)
- Meerrettich-Blattkäfer (*Phaedon* sp.)
- Läuse
- Fiederblättrigkeit
- Chlorophyllfreie Pflanzen
- Ernährungsstörungen

Große Probleme im Meerrettichanbau bereiten nach den bisherigen Beobachtungen und den Aussagen der Anbauer vor allem der Weiße Rost, das Turnip Mosaic Virus sowie die durch den Pilz *Verticillium* sp. verursachte Meerrettichschwärze. Diese Themenbereiche sollten im zweiten Projektabschnitt näher betrachtet werden. Dazu wurden Überlegungen angestellt, wie das Turnip Mosaic Virus aus den Beständen eliminiert werden könnte. Weiter sollten Untersuchungen zu *Verticillium* sp. zeigen wie hoch die Belastung der Böden im Anbaugebiet des Meerrettichs in Mittelfranken ist. Zudem wurden Methoden zur Gesundung von Meerrettich-Fechsern in Form von Erhitzung in Wasser untersucht. Ein Teil der Untersuchungen, die im Zeitraum der zweiten Projektphase durchgeführt wurden, hat die Firma Schamel, Baiersdorf kofinanziert (Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotien von *Verticillium* sp. und Vermehrung von Meerrettich mit und ohne Virusbefall zur Durchführung eines Vergleichsversuches).

Wie bereits im Bericht 2011 erwähnt, besteht bei Vermehrung über meristematische Zellen an der Sprossspitze die Möglichkeit, virusfreie Pflanzen zu gewinnen. Im zweiten Projektabschnitt wurde die Meristemementnahme direkt von der Pflanze in Erds substrat verglichen mit der Entnahme von Pflanzen aus Gewebekultur. Die Vorgehensweise wurde bereits im Bericht 2011 beschrieben. Bei Meerrettich hat sich

in der ersten Projektphase gezeigt, dass eine Vermehrung von Pflanzen über Meristeme direkt vom Feld sehr schwierig ist. Aufgrund der Wuchsform liegt bei Meerrettich die Sprossspitze sehr nahe an der Erdoberfläche. Aus diesem Grund sind häufig Verunreinigungen mit Erde vorhanden, die nur sehr schwer zu entfernen sind. Für die Vermehrung im Labor unter sterilen Bedingungen wurden deshalb Pflanzen verwendet, die zuvor durch Gewebekultur aus Blattstücken vermehrt wurden. Von diesen sauberen, aber mit Virus infizierten Pflanzen erfolgte anschließend die Entnahme der Meristeme.

Auf diesem Weg wurden an der HSWT zwei Meerrettich-Herkünfte virusfrei gemacht. Die Vermehrung der virusfreien Pflanzen mit dem Ziel, die Bedeutung des Virus auf Ertrag und Qualität des Meerrettichs herauszufinden, wurde von der Firma Schamel finanziert. Ein Bericht über diesen Projektteil liegt der Firma Schamel vor. Erste Erfahrungen aus dem Projekt "Virusfreier Meerrettich" zeigen, dass virusfreie Pflanzen in Stresssituationen deutlich robuster sind als Pflanzen mit Virus.

2.4 Tauchbehandlung zur Bekämpfung von *Verticillium* sp.

Gemeinsam mit dem Max-Rubner Institut in Karlsruhe (Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel) wurde eine Tauchbehandlung von Meerrettich-Fechsern zur Bekämpfung des Pilzes *Verticillium* sp. im Vermehrungsmaterial durchgeführt. Laut Untersuchungen, die im Vorfeld am MRI durchgeführt wurden, können Meerrettichfechser bei einer Temperatur von 46 °C für 10 Minuten in heißes Wasser getaucht werden (Kulling et al., 2011). Im Inneren der Fechser wird nach einer Zeit von 2 Minuten die Temperatur von 46 °C erreicht. In einem für die Tauchbehandlung kleiner Mengen konstruierten Wasserbecken am MRI wurden in den Jahren 2013 und 2014 Meerrettichfechser getaucht. Die wärmebehandelten Meerrettichfechser wurden anschließend bei einem Anbauer ausgepflanzt und regelmäßig bonitiert. Das Erntegut wurde im Jahr 2014 an die HSWT geschickt und dort jede einzelne Stange aufgeschnitten und auf das Vorhandensein von Verbräunungen bonitiert. Zudem wurden in beiden Versuchsjahren Proben ausgewählter Stangen am MRI auf Pilzbefall untersucht.

Im Jahr 2013 zeigten die in heißem Wasser getauchten Fechser nach dem Auspflanzen beim Anbauer eine leicht verzögerte Entwicklung. Im Laufe der Kulturzeit holten die Meerrettichpflanzen diese Verzögerung auf. Bis zur Ernte im Herbst 2013 waren keine Unterschiede zu Pflanzen aus Fechsern ohne Wärmebehandlung mehr festzustellen. Eine abschließende Auswertung der aus den wärmebehandelten Pflanzen war im Jahr 2013 nicht möglich, da die Anbauer die Meerrettichstangen versehentlich mit der restlichen Ernte bei einem Verarbeiter angeliefert hatten. Optisch war jedoch kein Unterschied zu nicht wärmebehandelten Pflanzen erkennbar. In den wenigen Fechsern, die zur Untersuchung eingeschickt wurden, konnten keine Pilze nachgewiesen werden.

Im Jahr 2014 wurden nur etwa 70 Fechser mit sichtbaren Schwärzesymptomen per Post nach Karlsruhe geschickt und dort getaucht. Nach der Rücksendung erfolgte wie im Vorjahr die Pflanzung bei einem Anbauer in Mittelfranken. Nach der Pflanzung gab es 2014 große Ausfälle. Die Pflanzen blieben stark im Wachstum zurück, einige starben ganz ab. Die Meerrettich-Pflanzen, die nach der Anwachsphase noch vorhanden waren, erholten sich im Laufe der Kulturzeit und konnten im Herbst

geerntet werden. Die gesamte Ernte wurde an die HSWT verschickt und dort jede Stange und jeder Fehser aufgeschnitten und auf sichtbare Schwärzesymptome bonitiert. Es zeigte sich, dass in etwa der Hälfte der Fehser Symptome sichtbar waren. Ein Teil dieser Fehser wurde an das MRI nach Karlsruhe zur Untersuchung auf Pilzkrankheiten geschickt.

Zudem hat sich in Untersuchungen von Meerrettichstangen gezeigt, dass eine ganze Reihe von Erregern Schwärzesymptome verursachen kann. Auch die Pilzgattung *Fusarium* sp. war häufig zu finden, wie Analysen im Auftrag der Firma Schamel ergaben. In weiteren Untersuchungen zu den Schwärzesymptomen sollte geklärt werden, welche Bedeutung den einzelnen Pilzgattungen zukommt. Zudem sind weiterführende Untersuchungen zur Überdauerung der unterschiedlichen Pilzgattungen im Boden sowie in den Fehsern von Bedeutung.

3. Fazit und Ausblick

Das breit aufgestellte Projekt zeigte in vielen Bereichen erste Erfolge zur langfristigen Sicherung des Meerrettichanbaus in Bayern. Das Ziel der Etablierung gesunder, ertragreicher, ertragssicherer und qualitativ hochwertiger Sorten und Herkünfte eint die vielfältigen Forschungsansätze. Die bisher gewonnenen Erkenntnisse sollten im Rahmen eines Folgeprojektes vertieft und vor der breiten Umsetzung in die Praxis getestet werden. Gegenstand eines Folgeprojektes sollten folgende Schwerpunktthemen sein:

- Entwicklung einer praxistauglichen Methode zur Fehsergewinnung aus meristemvermehrten Jungpflanzen
- Vergleichsanbau virusfreien und virusbefallenen Pflanzmaterials in Praxisbetrieben
- Heißwasserbehandlung von Meerrettichfehsern, um die Eignung des Verfahrens für die „Gesundmachung“ von Vermehrungsmaterial insbesondere hinsichtlich der Wirkung auf *Verticillium*infektionen zu prüfen
- Entwicklung eines praxistauglichen Schnelltests, um die Bodenbelastung mit *Verticillium* vor der Pflanzung zu testen
- Sorten- und Herkunftsvergleich (Qualität, Gesundheit, Anbaueignung) durch Vergleichsanbau in Praxisbetrieben
- Optimierte Kulturmaßnahmen zur Steigerung von Qualität und Ertrag des bayerischen Meerrettichs
- Um sowohl die äußere, als auch die innere Qualität der Versuchsherkünfte vergleichen zu können, sind auch weiterhin die begleitenden Inhaltsstoffuntersuchungen nötig.

4. Veröffentlichungen / Vorträge im Berichtszeitraum

- Vortrag von Gisela Westermeier, HSWT auf der Jahreshauptversammlung des Erzeugerverbandes Frankenmeerrettich am 10.03.2014 in Lonnerstadt
- Präsentation des Projektes bei einer Zentralveranstaltung zum „Jahr der bäuerlichen Familienbetriebe“ am 23.09.2014 in Fürth durch Josef Hofbauer, AELF Fürth

- Erstellung einer Handreichung für Anbauer
- Vortrag von Carola Nitsch, AELF Fürth auf der Jahreshauptversammlung des Erzeugerverbandes Franken-Meerrettich e.V. am 12.03.2015.
- Erstellung einer Broschüre „Gesunderhaltung von Meerrettich“
- Rundbrief des Erzeugerverbandes Franken-Meerrettich e.V.

Ort, Datum:	Fürth, 24.03.2015
Berichtersteller:	LD Josef Hofbauer